

PERFIL DE CONSUMO DE ENERGIA EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE SALVADOR

Eduardo Luís Pinto Santana, Acadêmico em Eng. Mecânica - EPUFBA
Thamy Cristina Hayashi, Eng. Mecânica
Laboratório de Energia - Departamento de Engenharia Química - EPUFBA
Rua Aristides Novis, 02, Federação, CEP 40210-630, Salvador, BA
Tel 071-3361288 R 125 Fax 071 3361288 R 124 E-mail thamy@ufba.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados obtidos por meio de metodologia de diagnóstico energético de residências proposta e aplicada pelo Laboratório de Energia da Universidade Federal da Bahia. O trabalho de pesquisa consiste na formação de uma base de dados sobre o uso de energia no setor residencial e sua relação com a renda familiar, da qual podem ser obtidos os perfis de consumo de energia elétrica, o consumo total de energia, a participação relativa dos principais energéticos e parâmetros que permitem comparar as residências.

ABSTRACT

The results of energy audits conducted by the Laboratório de Energia da Universidade Federal da Bahia in residences in the city of Salvador are presented. The methodology used in the energy audits is part of a research work which aims the construction of a data base concerning the use of energy in the residential sector and its relation with the familiar income. The information collected in the data base include the electricity consumption profiles, the average total energy consumption, the relative participation of the main energy sources and energy factors calculated with the aim of comparing the efficiency of the use of energy in the residences.

INTRODUÇÃO

Muito se fala, hoje em dia, em economia de energia, seja qual for sua fonte de procedência. A importância alcançada pela questão do uso racional de energia impulsionou a implantação de programas de redução de consumo de energia nos diversos setores da economia, destacando-se a indústria, por ser este setor o responsável pela maior fatia de consumo energético, com programas como o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica e o CONPET - Programa Nacional do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural.

O setor residencial, que responde por uma fatia considerável do consumo de energia no País (15,5% em 1995, [1]), tem sido alvo de algumas ações voltadas à redução do consumo de energéticos, desenvolvidas principalmente pelas concessionárias de eletricidade estaduais. Ao se considerar, contudo, que este setor apresenta uma taxa de crescimento ascendente nestes últimos anos (saltou para 13,5% em 1995, contra 4,3% em 1994 e 3,4% em 1993 para o consumo de energia elétrica) e que o principal energético consumido é a eletricidade, verifica-se que este setor demanda distinta atenção quanto à correta utilização da energia.

Face à carência de dados para se determinar a forma como a energia é utilizada no setor residencial foi desenvolvida no Laboratório de Energia da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia uma metodologia para a obtenção do perfil de consumo de energéticos em unidades residenciais [2], que está sendo aplicada na formação de uma base de dados sobre o uso de energia em residências, correlacionando-o à renda familiar. A descrição detalhada dessa metodologia é apresentada em um artigo complementar [3].

A base de dados sobre consumo de energia em residências conta atualmente com os registros de 147 unidades da região de Salvador. Os resultados deste trabalho são apresentados através de tabelas e gráficos que demonstram a estreita relação existente entre consumo de energia e renda familiar.

ANÁLISE DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE RESIDÊNCIAS EM SALVADOR

Os perfis de uso de energia segundo intervalos de renda resultam da desagregação do consumo total de energia em função da fonte de energia utilizada (eletricidade, GLP, lenha e gás natural), da desagregação da energia elétrica segundo os principais itens consumidores (iluminação, cocção, refrigeração, condicionamento de ar, eletrodomésticos, lazer, bombeamento e aquecimento de água), e de fatores energéticos que correlacionam consumo, área construída e número de habitantes por residência.

Para cada classe de renda definida, o perfil de consumo é concebido como a média dos índices registrados na base de dados.

A partir da desagregação da energia elétrica total consumida em função dos itens consumidores se pode obter indicações sobre o universo de aparelhos a que têm acesso as diversas classes de renda e como estes interagem no perfil de consumo de energia de cada uma destas. A demanda de energia de cada item característico de consumo é definida conforme a demanda do conjunto de aparelhos enquadrados em cada um destes itens, assim definidos:

- Iluminação: lâmpadas incandescentes, fluorescentes, mista, de sódio, de mercúrio e outros aparelhos de iluminação;
- Cocção: fornos microondas, torradeiras e fornos elétricos, entre outros;
- Refrigeração: geladeiras de 1 e de 2 portas, freezers, bebedouros e outros aparelhos refrigeradores;
- Condicionamento de ar: aparelhos de ar condicionado em geral;
- Eletrodomésticos: liquidificadores, ventiladores, batedeiras, espremedores, exaustores, máquinas de lavar, ferros de passar roupas, secadoras, aspiradores, barbeadores elétricos, secadores de cabelo e outros eletrodomésticos;
- Lazer: televisores, vídeo cassetes, vídeo games, equipamentos de som, computadores e outros aparelhos para o lazer;
- Bombeamento: bombas para tanques de água, para piscinas e outros equipamentos;
- Aquecimento de água: chuveiros elétricos, centrais de GLP, centrais elétricas, torneiras elétricas, saunas e outros aparelhos para aquecimento.

A tabela 1 apresenta os perfis de consumo de energia elétrica para as cinco faixas de renda estudadas neste trabalho. Verifica-se que a refrigeração é o item de maior peso no uso de eletricidade em todas as faixas de renda. Para as faixas de renda de 5 a 10 e de 10 a 20 salários mínimos este item contribui com uma parcela muito elevada no total da energia consumida e para a faixa com mais de 30 salários ocorre uma redução da contribuição percentual deste item, o que se explica pela influência do item ar condicionado na estratificação do consumo nesta faixa.

O item iluminação assume um maior valor percentual no consumo para a faixa de renda de 0 a 5 salários mínimos, o que se explica pelo fato de as famílias enquadradas nesta faixa não terem acesso (ou possuírem modelos de menor porte) a aparelhos que agregam consumo nos outros itens.

Tabela 1. Consumo desagregado de energia elétrica em residências, por faixa de renda.

Salários mínimos	0 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 30	Mais de 30
Iluminação %	21,60	16,42	15,73	15,07	17,05
kWh/mês	251	478	2491	1565	2889
Cocção %	0,08	1,63	0,59	1,36	2,25
kWh/mês	1	47	93	141	381
Refrigeração %	27,60	34,57	37,33	33,27	25,90
kWh/mês	321	1006	5911	3454	4387
Ar condicionado %	0,00	0,00	6,61	9,92	17,02
kWh/mês	0	0	1047	1030	2235
Eletrodomésticos %	19,20	16,24	11,99	12,86	7,72
kWh/mês	223	473	1899	1335	1308
Lazer %	15,03	10,91	9,03	10,70	15,98
kWh/mês	175	318	1431	1111	2707
Aquecimento %	16,50	20,22	18,60	16,51	0,88
kWh/mês	192	589	2945	1714	149
Bomba %	0,00	0,00	0,12	0,30	35
kWh/mês	0	0	19	31	
Número de registros	9	17	59	27	

A participação relativa do item aquecimento, que corresponde basicamente ao uso de chuveiros elétricos, é a mesma para todas as faixas de renda. Entretanto, ao se considerar os consumos absolutos e o número médio de habitantes por unidade residencial, apresentado na tabela 3, tem-se um consumo de 685 kWh/(mês.hab) para a faixa de 10 a 20 salários mínimos, em oposição a 64 kWh/(mês.hab) para a faixa de 0 a 5 salários mínimos. A relação entre o consumo total médio de eletricidade para aquecimento e o número de habitantes é mostrado na figura 1.

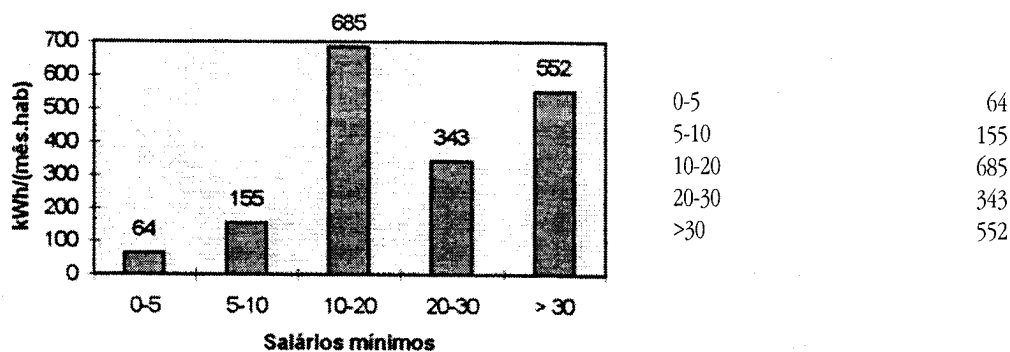


Figura 1. Consumo de eletricidade para aquecimento.

Observa-se que o item cocção assume um valor irrisório para o intervalo de 0 a 5 salários mínimos. Isto acontece porque o consumo de eletricidade para o cozimento de alimentos é feito basicamente através de fornos elétricos ou de microondas, dificilmente encontrados em residências nessa faixa de renda, e é compensado por um maior consumo de GLP, como é mostrado mais adiante nesta análise.

Para os demais itens, observa-se que a participação relativa do consumo de energia elétrica para bombeamento corresponde a uma parcela irrelevante na estratificação do consumo se comparado com os outros itens. Já o consumo de eletricidade por meio de eletrodomésticos e para lazer não apresentam grande variação em sua participação no consumo de energia elétrica total, porém exercem influência significativa em todas elas. A participação do uso de energia para o condicionamento de ar é mais significativa apenas para as faixas de maior renda, respondendo por quase um quinto do consumo total de energia elétrica em residências com renda familiar superior a 30 salários mínimos.

Do diagnóstico energético de cada residência resulta ainda a participação relativa de cada fonte de energia. Nas 147 unidades residenciais inseridas na base de dados são utilizados apenas a energia elétrica, com participação média de 62%, e o GLP, que corresponde aos 38% restantes da energia consumida.

Como base de comparação entre as unidades residenciais pesquisadas, são calculados os fatores energéticos. Esses índices permitem avaliar, também, a relação existente entre consumo de energia e renda familiar. São os seguintes:

- Fe_1 : razão do consumo de energia total anual da unidade residencial pela área construída;
- Fe_2 : relação entre o consumo mensal médio de energia elétrica e o número de habitantes;
- Fe_3 : razão do consumo mensal médio de GLP pelo número de habitantes.

A tabela 2 apresenta a relação entre os fatores energéticos calculados para as unidades residenciais pesquisadas neste trabalho e a renda familiar.

Tabela 2. Relação entre fatores energéticos e renda familiar para residências em Salvador.

Salários mínimos	0 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 30	mais de 30
Fe_1 - MJ/(m ² .ano)	198,4	151,3	163,4	184,6	178,7
Fe_2 - kWh _{e, elétrica} /(hab.mês)	43,1	45,7	63,7	75,8	98,0
Fe_3 - kWh _{GLP} /(hab.mês)	61,0	49,9	43,9	50,2	52,6
Fe_3 - kg _{GLP} /(hab.mês)	4,5	3,6	3,2	3,7	3,8
Área construída (m ² /hab)	19,6	25,6	27,7	28,8	35,2
Número de habitantes	3,0	3,8	4,3	5,0	4,9
Consumo anual (kWh _{e, elétrica})	1550,4	2054,3	3220,7	4613,6	5807,5
C					
Energia total consumida (MJ)	11663,7	14587,9	19317,8	26781,1	31092,1
Número de registros	9	17	59	27	35

C - Valores calculados - Diferença em relação aos valores medidos pela concessionária de energia elétrica é inferior a $\pm 5\%$.

Foi determinado que o consumo anual de energia elétrica cresce com o aumento da renda familiar, assim como o consumo total de energia, que inclui o uso de GLP. Apesar disso, o consumo mensal individual apresenta um comportamento diferente. O índice Fe_2 , que representa o consumo de energia elétrica por pessoa a cada mês, cresce com o aumento da renda familiar, enquanto o fator Fe_3 , que estabelece a mesma relação para o consumo de GLP, diminui com o aumento da renda familiar, para as faixas de 0 a 20 salários mínimos, e torna a crescer para as faixas de maior renda familiar.

A tabela 2 mostra que o índice Fe_1 cresce com a renda familiar para as faixas acima de 5 salários mínimos. O alto valor apresentado por esse índice para a faixa de 0 a 5 salários mínimos é explicado considerando-se a relação entre a área construída e o número de habitantes, que assume o menor valor para a classe de mais baixa renda. Assim, para a faixa de 0 a 5 salários mínimos, há uma maior concentração de pessoas por m², resultando em um maior consumo por unidade de área.

Na figura 2 é apresentado o comportamento do produto de F_e , multiplicado pela área construída, que resulta no consumo anual de energia por habitante. Como esperado, esse produto cresce com o aumento da renda familiar.

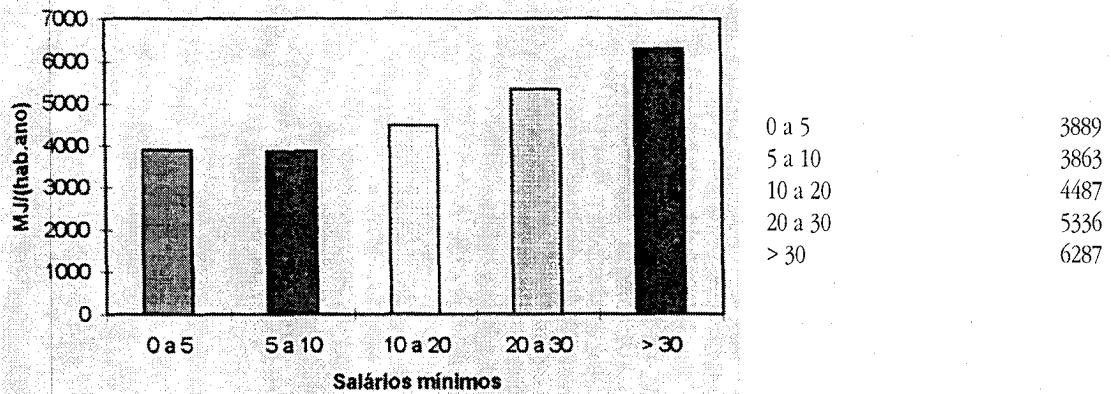


Figura 2. Consumo de energia por habitante, por faixa de renda.

CONCLUSÃO

Foram realizados diagnósticos energéticos em cerca de 200 residências em Salvador, através de metodologia proposta pelo Laboratório de Energia da Universidade Federal da Bahia. Desses diagnósticos, 147 foram efetivamente introduzidos na base de dados que relaciona o consumo de energia em residências com a renda familiar.

Para as unidades residenciais pesquisadas, a eletricidade corresponde ao principal energético, seguida pelo GLP. A maior fatia do consumo de energia elétrica, para todas as faixas de renda, é destinada à refrigeração. A participação relativa do uso de eletricidade para aquecimento de água é constante para todas as faixas de renda, e corresponde a aproximadamente 17% do consumo total. A participação relativa dos itens eletrodomésticos e lazer é praticamente constante para todas as faixas de renda, e correspondem a consumos de energia significativos. O consumo de eletricidade para condicionamento de ar é verificada para residências com renda familiar a partir de 10 salários mínimos, e corresponde a 17% da energia elétrica total consumida em residências com renda familiar acima de 30 salários mínimos.

Foi observado que o consumo total de energia, que corresponde ao uso de energia elétrica e de GLP, lenha ou gás natural, cresce com o aumento da renda familiar. Para residências no intervalo de renda de 0 a 5 salários mínimos esse consumo é da ordem de 11700 MJ/ano, atingindo 31100 MJ/ano para unidades residenciais com renda familiar acima de 30 salários mínimos.

Os fatores energéticos, calculados com o intuito de permitir a comparação entre residências, ratificam a relação direta entre o consumo de energia e a renda familiar. O emprego desses parâmetros é de grande utilidade para que se possa identificar características típicas de consumo e, por meio delas, contribuir para o uso racional e eficiente de energia, estudando-se o potencial de economia de cada residência em comparação com outras de mesmo porte.

AGRADECIMENTOS

A implantação do Laboratório de Energia da UFBA e a realização deste trabalho receberam apoio do Governo Suíço, através de sua Embaixada no Brasil, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, através do programa RHAE. Os autores agradecem também a todos aqueles que participaram, direta ou indiretamente, da coleta de informações para formação da base de dados sobre consumo de energia em residências desde 1994.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Balanço Energético - Brasil - Base 1995. Ministério das Minas e Energia, Brasília, 1996.
- [2] Torres, E.A. et alli - Desenvolvimento de Metodologia e 'Software' para Diagnosticar o Setor Residencial, V Encontro Nacional de Ciências Térmicas, São Paulo, Dezembro, 1994.
- [3] Hayashi, T.C. e Santana, E.L.P. - Metodologia para Avaliação do Uso de Energia em Residências, enviado ao Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, Salvador, Agosto, 1997.